

12.11.99

## 日本国特許庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

09/856051

99/06319

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

1998年12月24日

REC'D 06 JAN 2000

出願番号  
Application Number:

平成10年特許願第366513号

WIPO PCT

出願人  
Applicant(s):

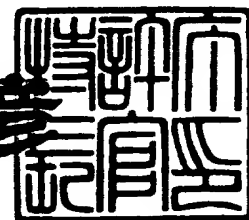
株式会社ニコン

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1999年12月17日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近藤隆彦



出証番号 出証特平11-3087675

【書類名】 特許願

【整理番号】 98-01205

【提出日】 平成10年12月24日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明の名称】 露光方法及び装置

【請求項の数】 9

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン  
内

【氏名】 西 健爾

【特許出願人】

【識別番号】 000004112

【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【代表者】 吉田 庄一郎

【代理人】

【識別番号】 100098165

【弁理士】

【氏名又は名称】 大森 聡

【電話番号】 044-900-8346

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019840

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9115388

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 露光方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 露光ビームを発生する露光光源と、マスク及び基板を保持する露光本体部とを用いて、前記露光ビームのもとで前記マスクのパターンを前記基板上に転写する露光方法であって、

前記露光光源からの前記露光ビームを伝える第 1 照明系を前記露光本体部とは独立に支持し、

前記第 1 照明系からの前記露光ビームを前記露光本体部に導く第 2 照明系を前記露光本体部に固定し、

前記第 1 照明系、及び前記第 2 照明系内の前記露光ビームの光路をそれぞれ実質的に密閉したことを特徴とする露光方法。

【請求項 2】 前記密閉された 2 つの光路上に互いに独立に前記露光ビームに対して透過性の気体を供給し、

前記マスクの周囲に該マスクのパターン形成面に実質的に平行に温度制御された気体を供給することを特徴とする請求項 1 記載の露光方法。

【請求項 3】 露光ビームを発生する露光光源と、マスク及び基板を保持する露光本体部とを有し、前記露光ビームのもとで前記マスクのパターンを前記基板上に転写する露光装置であって、

前記露光本体部とは独立に支持されて前記露光光源からの露光ビームを伝える第 1 照明系と、

前記露光本体部に固定されて前記第 1 照明系から射出される露光ビームを前記露光本体部に導く第 2 照明系と、  
を設けたことを特徴とする露光装置。

【請求項 4】 前記第 1 照明系、及び前記第 2 照明系内の前記露光ビームの光路をそれぞれ実質的に密閉し、該密閉された 2 つの光路上に互いに独立に前記露光ビームに対して透過性の気体を供給することを特徴とする請求項 3 記載の露光装置。

【請求項 5】 前記第 1 照明系から射出された露光ビームの前記第 2 照明系

に対する入射面は前記マスクのパターン形成面と共役であり、前記入射面に視野絞りを配置したことを特徴とする請求項 3、又は 4 記載の露光装置。

【請求項 6】 マスクのパターンの像を基板上に投影する投影光学系と、前記基板を保持して互いに交差する第 1 方向、及び第 2 方向にそれぞれ前記基板を位置決めする基板ステージとを備えた露光装置において、

前記基板ステージの前記第 1 方向及び第 2 方向の位置をそれぞれ検出する第 1 干渉計及び第 2 干渉計と、

前記第 1 干渉計の計測ビームの光路、前記第 2 干渉計の計測ビームの光路、及び前記基板上にそれぞれ温度制御された気体を供給するための第 1、第 2、及び第 3 の送風口を持つ温度制御装置と、  
を設けたことを特徴とする露光装置。

【請求項 7】 前記第 1 干渉計、及び前記第 2 干渉計はそれぞれ前記投影光学系に取り付けられて参照ビームが照射される参照鏡を有し、

前記温度制御装置の前記第 3 の送風口は、前記参照ビームに温度制御された気体を供給するためのカバー部材を延長した端部に形成されていることを特徴とする請求項 6 記載の露光装置。

【請求項 8】 マスクのパターンの像を投影光学系を介して基板上に転写する露光装置において、

前記投影光学系の側面を覆う円筒状の保持部材と、

前記保持部材の一部に設けられた開口から、前記投影光学系の側面と前記保持部材との間を通して、前記基板上に温度制御された気体を供給する温度制御装置と、を設けたことを特徴とする露光装置。

【請求項 9】 前記保持部材の内側に前記投影光学系を冷却するための冷媒を供給することを特徴とする請求項 8 記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば半導体素子、撮像素子（CCD 等）、液晶表示素子、又は薄膜磁気ヘッド等を製造するためのリソグラフィ工程中でマスクパターンを基板上

に転写する際に使用される露光方法及び露光装置に関し、更に詳しくは所定の部材の温度の制御機構を備えた露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体素子等を製造する際に使用されるステッパー等の投影露光装置、又はプロキシミティ方式の露光装置等の露光装置においては、マスクとしてのレチクルのパターンを所定の倍率で高い忠実度で基板としてのレジストが塗布されたウエハ（又はガラスプレート等）上に転写することが要求されている。そのため、従来より露光装置の主要部は箱状のチャンバ内に収納され、このチャンバ内に高度に除塵が行われると共に、温度がほぼ一定に制御された空気が供給されていた。

【0003】

近年は、半導体素子等の一層の微細化に対応するため、露光装置においては、レチクルやウエハのみならず、各種の光学系等をより高精度に温度制御することが求められている。また、露光装置の解像度を向上させるために、露光用の照明光（露光光）は主に水銀ランプの*i*線（波長365nm）からKrFエキシマレーザー光（波長248nm）、更にはArFエキシマレーザー光（波長193nm）へと短波長化してきており、今後はF<sub>2</sub>レーザー光（波長157nm）等の使用も検討されている。このように露光波長が短波長化してくると、通常の空気では露光用の照明光（露光光）に対する透過率が低下してしまうため、最近の露光装置には、露光光の光路の一部に露光光に対して比較的良好な透過率を有する気体を供給する気体供給機構が備えられている。

【0004】

図6は、そのような気体供給機構を備えた露光装置を示し、この図6において、エキシマレーザー光源を内蔵する露光光源50から射出された露光光は、リレー光学系を備えた送光部68、及び光軸補正部52を経て、露光本体部に入射する。露光本体部に入射した露光光は、照明系53を経てレチクル59を照明し、その投影光学系64を介した投影像がウエハ62上に投影される。また、ウエハ62はウエハステージ61上に保持され、ウエハステージ61はウエハベース60上に移動自在に載置され、ウエハベース60上に埋め込まれたコラム57の支持

部材 63 に投影光学系 64 が支持され、コラム 57 上に固定されたレチクルベース 58 上に不図示のレチクルステージを介してレチクル 59 が載置され、レチクルベース 58 上にコラム 56 を介して照明系 53 を保持する支持部材 55 が固定されている。

#### 【0005】

そして、露光装置の全体の温度を目標温度付近に制御するために、投影光学系 64 の上部及びレチクル 59 を含む点線で囲まれた部分 69 に、チャンバ内の全体空調用の送風部 66 より所定温度に制御された空気を送風している。この際に、KrFエキシマレーザ光（波長 248 nm）のような遠紫外光は、空気中の所定の塵と化学反応を起こしてレンズの曇り物質を生成すると共に、オゾンによって吸収され易いため、その光路中で例えば照度の高い部分をケミカルフィルタを介した乾燥空気（ドライエアー）、又はオゾンを除去した空気等で満たすことが望ましい。また、ArFエキシマレーザ光（波長 193 nm）のような真空紫外域、又はこれに近い波長の光は酸素の吸収率が高くなるため、その光路の主要部に酸素の含有量を低く抑えた窒素ガス等を供給する必要がある。そこで、図 6 の露光装置では、送光部 68 から照明系 53 までの点線で囲まれた部分 68 内の光路には気体供給機構 67 から、例えば ArFエキシマレーザ光を使用したときには窒素ガスをパージしている。

#### 【0006】

更に、投影光学系 64 の下部、及びウエハステージ 61 を含む点線で囲まれた部分 54 では、特にレーザ干渉計によって高精度に位置計測を行う必要があり、計測ビームの光路の揺らぎを小さくするために、部分的な空調機構の送風部 65 より所定温度に制御された空気を供給していた。

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上記の如き従来の技術においては、作業の安全性、及び振動源や熱源をできるだけ露光本体部から離して配置するという観点より、エキシマレーザ光源を含む露光光源 50 は、露光本体部（図 6 ではウエハベース 60 より上で照明系 53 を除く部材）が設置されているチャンバの外部にその露光本体部とは別に支持され

ている場合が多かった。このように露光本体部と露光光源 50 とを互いに独立に支持する場合には、露光光源 50 の振動等による露光光の光軸のずれを補正する必要がある。そこで、図 6 の従来技術では、露光光の減光を行う減光部等を含む照明系 53 の手前で光学系を分離し、送光部 68 と照明系 53 との間の光軸のずれを光軸補正部 52 で補正していた。

【0008】

しかしながら、このように照明系 53 の手前で光学系を分離すると、その照明系 53 と光軸補正部 52 との間の境界部から窒素ガス等の気体が漏れ易くなり、気体供給機構 67 からの気体の供給量が多くなり、露光装置の運転コストが上昇するという不都合があった。また、その気体が漏れ易くなるために、その境界部、及びこの近傍で照明系 53 等の内部に外部の空気等が混入して、露光光の透過率が低下する恐れもあった。

【0009】

また、全体空調用の送風部 66 からレチクル 59 を囲む部分 69 に吹き出された空気は、照明系支持部材 55、レチクルベース 58、投影光学系の支持部材 63、及びそれらを連結するコラム 56、57 によって遮られるため、レチクル 59 の周囲、及び投影光学系 64 の上部では空調が十分に行われない恐れがあった。特にレチクル 59 の周囲で十分な空調が行われないときには、レチクルの温度が上昇してレチクルが膨張するため、ウエハ上に転写されるパターンの倍率誤差が生じるという不都合がある。

【0010】

更に、投影光学系 64 の下部には、実際にはアライメントセンサやオートフォーカスセンサ（以下、「AF センサ」という）等の僅かではあるが発熱する複雑な形状の部材が設置されていると共に、ウエハステージ 61 にも駆動モータやチルト機構等の発熱する部材が備えられている。また、ウエハステージ 61 の 2 次元的位置は、不図示のレーザ干渉計によって常時高精度に計測されている。そのため、従来のように一つの送風部 65（送風口）から温調された空気を供給するのみでは、投影光学系 64 の下部やウエハ 62 の上部に生じる温度むらによって空気の揺らぎが生じ、これによってアライメントセンサや AF センサの計測値

に誤差が生じたり、更にはレーザ干渉計によって計測されるウエハステージ 61 の位置にも誤差が生じる恐れがあった。更に、その空気の揺らぎによってウエハの温度の制御精度が低下して、ウエハの伸縮によって転写像の倍率誤差が生じる恐れもあった。

【0011】

そのような温度むらを低減するために、例えばアライメントセンサや AF センサ用に部分的に空調を行う部分空調機構を搭載した露光装置も提案されているが、この場合には複数の部分空調機構相互の温度差によって更なる誤差を生ずる恐れがある。

また、最近の投影光学系は解像度を高めるために開口数が大きくなり、作動距離 (Working Distance) が短くなっているため、ウエハ上の露光領域の近傍の温度を高精度に制御するのが困難になりつつあるという不都合もある。

【0012】

本発明は斯かる点に鑑み、露光光源から露光本体部までの光学系を途中で分離できると共に、その光学系中の露光ビーム (露光光) の光路の気密性を全体として高めることができる露光方法、又は露光装置を提供することを第 1 の目的とする。

また、本発明は、露光光源から露光本体部までの光学系内の露光ビームの光路の気密性を高めることができると共に、レチクルの温度制御を正確に行うことができる露光方法、又は露光装置を提供することを第 2 の目的とする。

【0013】

また、本発明は、ウエハステージの位置計測を干渉計を用いて行う場合に、干渉計の計測ビームの光路、及び露光対象のウエハの両方を高精度に温度制御できる露光方法、又は露光装置を提供することを第 3 の目的とする。

更に本発明は、作動距離の短い投影光学系を使用する場合でも露光対象のウエハの温度を高精度に制御できる露光方法、又は露光装置を提供することを第 4 の目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】



本発明による第1の露光方法は、露光ビームを発生する露光光源（50）と、マスク（8）及び基板（18）を保持する露光本体部（100）とを用いて、その露光ビームのもとでそのマスクのパターンをその基板上に転写する露光方法であって、その露光光源からの露光ビームを伝える第1照明系（3）をその露光本体部（100）とは独立に支持し、その第1照明系からの露光ビームをその露光本体部に導く第2照明系（4）をその露光本体部（100）に固定し、その第1照明系、及びその第2照明系内のその露光ビームの光路をそれぞれ実質的に密閉したものである。

【0015】

斯かる本発明によれば、露光光源から露光本体部までの光学系中に設けられた第1照明系、及び第2照明系はそれぞれ実質的に密閉されているため、例えばそれらの照明系内の露光ビームの光路に透過性の気体を供給して、漏れ量分をパーズする場合に、それらの照明系の境界部（継ぎ部）からの気体の漏れ量は極めて少なくなり、パーズの効率が高くなる。即ち、その光学系内の露光ビームの光路の気密性を実質的に高めることができ、その気体の使用量を低減させて、露光時の運転コストを低減させることができる。

【0016】

なお、その透過性の気体の一例は、その露光ビームが波長200nm以上の光（KrFエキシマレーザ光等）であるときには、オゾンを除去した乾燥空気である。また、その露光ビームが波長200nm以下の光（ArFエキシマレーザ光やF<sub>2</sub>レーザ光（波長157nm）等）であるときには、窒素ガスやヘリウムガス等の広義の不活性ガスが使用できると共に、その露光ビームが波長150nm以下の光であるときには、ヘリウムガス等の希ガス（狭義の不活性ガス）が使用できる。

【0017】

この場合、その第2照明系の入射面をマスクのパターン形成面と共役にして、その入射面に視野絞りを配置することが望ましい。これによって、例えばその露光本体部の振動によってその第1照明系とその第2照明系との光軸が僅かにずれても、マスク上の照明領域の位置、及びその中の照度分布が実質的に変化しない

ため、基板上にマスクパターンの全体の像を高精度に転写することができる。

【0018】

この場合、そのように密閉された2つの光路上に互いに独立にその露光ビームに対して透過性の気体を供給して、そのマスクの周囲にこのマスクのパターン形成面に実質的に平行に温度制御された気体を供給することが望ましい。これによってそのマスクの温度制御精度が向上する。従って、そのマスクに露光ビームが継続して照射されても、そのマスクの温度上昇が無くなり、倍率誤差が生じることがない。

【0019】

次に、本発明による第1の露光装置は、露光ビームを発生する露光光源（50）と、マスク（8）及び基板（18）を保持する露光本体部（100）とを有し、その露光ビームのもとでそのマスクのパターンをその基板上に転写する露光装置であって、その露光本体部とは独立に支持されてその露光光源からの露光ビームを伝える第1照明系（3）と、その露光本体部に固定されてその第1照明系から射出される露光ビームをその露光本体部に導く第2照明系（4）と、を設けたものである。斯かる露光装置によれば、本発明の露光方法が実施できる。

【0020】

この場合、その第1照明系から射出された露光ビームのその第2照明系に対する入射面をそのマスクのパターン形成面と共役にして、その入射面に視野絞り（43）を配置することが望ましい。また、この露光装置が走査露光型である場合には、その第1照明系の射出面に、その基板上の各ショット領域への走査露光の開始時及び終了時に不要な部分への露光を防止するための可動視野絞り（42）を配置することが望ましい。この可動視野絞りを駆動しても、この際に発生する振動がその露光本体部に伝わることなく、重ね合わせ精度等が高精度に維持される。

【0021】

次に、本発明による第2の露光装置は、マスク（8）のパターンの像を基板（18）上に投影する投影光学系（9）と、その基板を保持して互いに交差する第1方向、及び第2方向にそれぞれその基板を位置決めする基板ステージ（24）

とを備えた露光装置において、その基板ステージのその第1方向及び第2方向の位置をそれぞれ検出する第1干渉計（20X）及び第2干渉計（20Y）と、その第1干渉計の計測ビームの光路、その第2干渉計の計測ビームの光路、及びその基板上にそれぞれ温度制御された気体を供給するための第1、第2、及び第3の送風口（87x, 87y, 87a）を持つ温度制御装置（15, 16）と、を設けたものである。

#### 【0022】

斯かる第2の露光装置によれば、計測ビーム用及び基板用の送風口が備えられているため、オートフォーカスセンサやアライメントセンサ等の部材が配置されていても、温度制御された気体がそれらの部材に殆ど遮られなくなり、計測ビームの光路及び基板の露光領域が共に高精度に温度制御される。

この場合、その第1干渉計、及びその第2干渉計はそれぞれその投影光学系に取り付けられて参照ビームが照射される参照鏡（23X, 23Y）を有し、その温度制御装置のその第3の送風口（87a）は、その参照ビームに温度制御された気体を供給するためのカバー部材（87b）を延長した端部に形成されることが望ましい。これによって、その基板は効率的に冷却される。

#### 【0023】

次に、本発明による第3の露光装置は、マスク（8）のパターンの像を投影光学系（9）を介して基板（18）上に転写する露光装置において、その投影光学系の側面を覆う円筒状の保持部材（28）と、その保持部材の一部に設けられた開口（28b）から、その投影光学系の側面とその保持部材との間を通して、その基板上に温度制御された気体を供給する温度制御装置（32A, 32B）と、を設けたものである。

#### 【0024】

この第3の露光装置によれば、その投影光学系の側面とその保持部材との間からその基板上に温度制御された気体が効率的に供給される。従って、その投影光学系の作動距離が短い場合でも、更にその投影光学系の近傍にアライメントセンサ等が配置されていても、その基板の温度を高精度に制御することができる。

この場合、その保持部材の内側にその投影光学系を冷却するための冷媒を供給

することが望ましい。これによって、その投影光学系の温度を更に高精度に制御することができる。

【0025】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態の一例につき図1～図4を参照して説明する。本例は、走査露光型としてのステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置に本発明を適用したものである。

図1は、本例の投影露光装置を示し、この図1において、所定のクリーンルーム内の床上に厚い平板状の定盤よりなるベース部材1が設置され、このベース部材1の端部に細長い支柱2が固定され、支柱2の上端に開口が設けられ、この開口を挟むように支柱2の側面に第1照明系ユニット3及び光軸調整機構34が固定されている。そして、支柱2の右方向にエキシマレーザ光源50aを含む露光光源50が配置され、露光光源50から射出された露光用の照明光（露光光）IUが、送光系51内のリレー光学系、及び光軸調整機構34を経て第1照明ユニット3に導かれている。なお、説明の便宜上、図1では支柱2と露光光源50とは近接して配置されているが、実際には露光光源50は、ベース部材1上の露光本体部が収納されるクリーンルームとは別の部屋内に収納されている。また、露光光源50を、例えば露光本体部が設置されている階の階下の機械室内に設置するようにしてもよい。

【0026】

そのエキシマレーザ光源50aとしては、KrFエキシマレーザ光源、ArFエキシマレーザ光源、又はF<sub>2</sub>レーザ光源等が使用できる。ただし、露光光源50として、YAGレーザの高調波発生装置、固体レーザ光源、又は水銀ランプ等を使用する場合にも本発明が適用される。また、そのベース部材1上の各部材は不図示のチャンバ内に収納され、このチャンバの右側面から光軸調整機構34が突き出るように配置されている。

【0027】

図1において、第1照明系ユニット3から射出された露光光IUは、第2照明系ユニット4を介してレチクル8のパターン形成面（下面）の細長い照明領域I

F（図2参照）を均一な照度分布で照明する。その照明領域 I F 内のパターンの像が投影光学系 9 を介して投影倍率  $\beta$ （ $\beta$  は例えば  $1/4$ ， $1/5$  等）で縮小されて、フォトリジストが塗布されたウエハ（wafer）18 の表面の露光領域 I F W（図3参照）に投影される。ウエハ 18 は、シリコン等の半導体又は S O I（Silicon on Insulator）等の円板状の基板である。以下、投影光学系 9 の光軸 A X に平行に Z 軸を取り、Z 軸に垂直な平面（本例では水平面）内で図1の紙面に平行に X 軸を、図1の紙面に垂直に Y 軸を取って説明する。本例の露光領域 I F W は X 方向に細長い矩形であり、走査露光時のレチクル 8 及びウエハ 18 の走査方向は、Y 方向である。

#### 【0028】

まず、ベース部材 1 上で支柱 2 の左側に 4 箇所の防振台 33 を介して平板状の支持部材 27 が設置され、支持部材 27 の中央部の開口にフランジ 26 を介して投影光学系 9 が設置されている。防振台 33 は、それぞれエアパッド、及び制振用の電磁アクチュエータを備えた能動型の防振台であり、例えば支持部材 27 には複数の加速度センサが設けられ、これらの加速度センサの検出値に応じてそれらの電磁アクチュエータを駆動することによって、床からベース部材 1 を介して支持部材 27、ひいては露光本体部に伝わる振動、及び露光本体部のステージ駆動等によって発生する振動がそれぞれ迅速に減衰するように構成されている。

#### 【0029】

また、支持部材 27 の底面に投影光学系 9 の下部を囲むように、例えば 4 本の第 1 コラム 14 を介して平板状のウエハベース 17 が吊り下げられている。振動が無い状態では、ウエハベース 17 の上面は水平面（X Y 平面）に平行であり、ウエハベース 17 上にエアベアリングを介して X 方向、Y 方向に移動自在にウエハステージ 24 が載置され、ウエハステージ 24 上に不図示のウエハホルダを介してウエハ 18 が吸着保持されている。ウエハステージ 24 は、ウエハベース 17 上を例えばリニアモータによって X 方向、Y 方向に駆動される。ただし、そのリニアモータは、ウエハステージ 24 に固定された可動子と、ベース部材 1 上に固定された支持部材（不図示）に固定された固定子とから固定されており、ウエハベース 17 には負荷が殆どかからない構成となっている。

## 【0030】

ウエハステージ24には、ウエハ18のフォーカス位置（Z方向の位置）、及び傾斜角を制御するZチルト機構も組み込まれている。また、ウエハステージ24の直交する2つの側面は鏡面24x、24y（図3参照）に加工されており、これらの直交する移動鏡としての鏡面に後述のレーザ干渉計からの計測ビームが照射されて、ウエハステージ24のX方向、Y方向の位置及び回転角が計測され、この計測値に基づいて不図示のステージ制御系がウエハステージ24の位置及び速度を制御する。

## 【0031】

また、図1において、支持部材27の底面に投影光学系9の側面に近接して、送光系12及び受光系11よりなる1対の光学式で斜入射方式のオートフォーカスセンサ（以下、「AFセンサ11、12」という）と、オフ・アクシス方式の例えば画像処理方式のアライメントセンサ13とが設置されている。送光系12はウエハ18上の露光領域、及びこの近傍の領域の複数の計測点に検出光AFBによってスリット像を投影し、受光系11は、それらの複数の計測点からの反射光を受光してそれらのスリット像を再結像し、再結像されるスリット像の横ずれ量より対応する計測点の像面からのデフォーカス量を示すフォーカス信号を生成する。不図示のステージ制御系が、そのフォーカス信号に基づいてオートフォーカス方式、及びオートレベリング方式でウエハステージ24内のZチルト機構を駆動することによって、露光中でもウエハ18上の露光領域は投影光学系9の像面に合焦されている。

## 【0032】

また、アライメントセンサ13は、ウエハ18上のアライメントマーク（ウエハマーク）に照明光ALBを照射し、そのマークの像を撮像して得られる画像信号を不図示のアライメント信号処理系に供給する。アライメント信号処理系は、その画像信号に基づいてそのアライメントマークの位置検出を行い、この位置検出結果より例えばエンハスト・グローバル・アライメント（EGA）方式でウエハ18上の各ショット領域の配列座標を算出する。また、予めアライメントセンサ13の検出中心とレチクル8のパターン像の中心（露光中心）との間隔である

ベースライン量が求められており、その各ショット領域の配列座標をそのベースライン量で補正した座標に基づいてウエハステージ24を駆動することで、高精度にアライメントが行われる。

#### 【0033】

次に、支持部材27の上面には投影光学系9を囲むように配置された例えば4本の第2コラム10を介して平板状のレチクルベース19が設置されている。振動の無い状態ではレチクルベース19の上面も水平面に平行であり、その上面にエアベアリングを介してX方向、Y方向に摺動自在に、かつ所定範囲内で回転自在にレチクルステージ7が載置され、レチクルステージ7上にレチクル8が吸着保持されている。レチクルステージ7は、Y方向にはリニアモータによってレチクル8のパターン領域よりも広いストロークで駆動され、X方向及び回転方向にはリニアモータ又はボイスコイルモータ等を用いたアクチュエータによって、ウエハ18との同期誤差を補正するように駆動される。この場合にも、そのリニアモータは、レチクルステージ7に固定された可動子と、ベース部材1上に固定された支持部材（不図示）に固定された固定子とから構成されており、レチクルベース19には負荷が殆どかからない構成となっている。

#### 【0034】

なお、レチクルステージ7を、Y方向（走査方向）に一定速度で駆動される粗動ステージと、レチクル8を保持した状態でその粗動ステージに対してX方向、Y方向、回転方向に微動駆動される微動ステージとから構成してもよい。

レチクルステージ7の直交する2つの側面には移動鏡（不図示）が固定され、これらの移動鏡に不図示のレーザ干渉計からの計測ビームが照射されて、レチクルステージ7のX方向、Y方向の位置及び回転角が計測され、この計測値に基づいて不図示のステージ制御系がレチクルステージ7の位置及び速度を制御する。

#### 【0035】

また、レチクルベース19上にレチクルステージ7を囲むように設置された例えば4本の第3コラム6を介して平板状の支持部材5が設置され、支持部材5の中央部の開口を覆うように第2照明系ユニット4が載置されている。本例では、ウエハベース17、ウエハステージ24、第1コラム14、支持部材27、投影

光学系9、第2コラム10、レチクルベース19、レチクルステージ7、第3コラム6、及び支持部材5より露光本体部100が構成されている。コラム14、10、6を用いることによって、露光本体部100は階層構造となっている。その露光本体部100には振動源となるような大きな駆動機構はなく、非常に安定した静止ユニットとして構成されている。また、露光本体部100は全体として支持部材27に固定されているため、露光本体部100がZ方向に振動する際には、投影光学系9とレチクル8のパターン形成面とウエハの表面とは同時に同じ量だけZ方向に振動し、レチクルとウエハとの共役関係が崩れることは無い。

【0036】

露光時には、ウエハステージ24をステップ移動させてウエハ18上の露光対象のショット領域を投影光学系9による露光領域の手前に移動した後、レチクルステージ7を介してレチクル8を+Y方向（又は-Y方向）に速度VRで走査するのに同期して、ウエハステージ24を介してウエハ18を-Y方向（又は+Y方向）に速度 $\beta \cdot VR$ （ $\beta$ は投影倍率）で走査するという動作がステップ・アンド・スキャン方式で繰り返されて、ウエハ18上の各ショット領域にレチクル8のパターン像が走査露光される。走査露光によって、投影光学系9の露光領域よりも広いショット領域に露光を行うことができる。

【0037】

次に、本例の投影露光装置の温度制御機構につき詳細に説明する。まず、図1の露光本体部100、第2照明系ユニット4、第1照明系ユニット3及び支柱2は、不図示のチャンバ内に収納されており、このチャンバ内では全体空調用の空調装置の例えば天井の送風口より、ダウフロー方式で所定の目標温度に制御されると共に、HEPAフィルタ（high efficiency particulate air-filter）及びケミカルフィルタ等を経て塵や曇りの原因となる化学物質等が除去された乾燥空気（ドライエアー）等の気体が連続的に供給され、供給された気体は例えばベース部材1上に配置された不図示の排気口を介してその空調装置に戻されている。

【0038】

更に、支持部材5、27、及びレチクルベース19等によってその気体が遮ら



れてしまうのを補うために、ウエハステージ24の側面に、送風機構15及び排気機構16よりなる部分的空調機構15、16が配置され、レチクルステージ7の側面にも送風機構37a、37b及び排気機構37c、37dよりなる部分的空調機構37が配置されている。また、照明系ユニット3及び4内の光路はそれぞれ密閉されて露光光IUに対して透過性の気体が供給され、この気体が所定濃度を維持するようにパージが行われている。

#### 【0039】

図2(a)は、主に図1中の光軸調整機構34からレチクル8までの光学部材を示す断面図であり、この図2(a)において、図1の露光光源50からの露光光IUは、送光系51内のリレー光学系を経て光軸調整機構34に入射している。光軸調整機構34は、支柱2に固定されたカバー部材34aの内部に露光光IUを折り曲げると共にその角度を所定範囲内で制御する傾斜角可変ミラー34bと、それぞれ傾斜角可変の平行平面ガラスよりなり露光光IUの光路を直交する2方向にシフトする2つの光路シフト部材34d、34fとを設置したものであり、カバー部材34aの内部の光路は入射面の窓部材34e、及び射出面の窓部材34fによってほぼ完全に密閉されており、その内部に露光光IUに対して透過性の気体が封入されている。

#### 【0040】

露光光IUがKrFエキシマレーザ光(波長248nm)であるときには、その透過性の気体とは、例えばオゾンを除去した乾燥空気である。また、露光光IUがArFエキシマレーザ光(波長193nm)又はF<sub>2</sub>レーザ光(波長157nm)であるときには、その透過性の気体とは、例えば窒素ガス(N<sub>2</sub>)又はヘリウムガス(He)であり、その露光光IUの波長が150nm程度より短いときには、その透過性の気体とはヘリウムガスである。特にヘリウムガスは、化学的に安定で熱伝導率が窒素ガスに比べて約6倍高いと共に、気圧変化に対する屈折率の変動量が窒素ガスに比べて約1/8であるため、冷却効果が高く、光学系の光学特性が安定である利点がある。そして、カバー部材34a内には内部に封止される気体の濃度センサ(不図示)が配置され、この濃度センサで検出される濃度が低下した場合に、不図示の配管を介してカバー部材34a内にその気体をパ

ージする構成となっている。

#### 【0041】

光軸調整機構 34 を通過した露光光 IU は、支柱 2 の開口 2a を経て第 1 照明系ユニット 3 に入射する。第 1 照明系ユニット 3 は、円筒状のカバー部材 3a の内部に入射面側から順に、光量の減光を行う可変 ND フィルタ等からなる減光部 38、リレーレンズ及びフライアイレンズを含む照度均一化光学系 39、照明系の開口絞りを輪帯照明用の開口、変形照明用の開口又はコヒーレンスファクタ ( $\sigma$  値) 可変の開口等に切り換える照明開口絞り切り換え部 40、リレー光学系 41、並びに可動レチクルブラインド機構 42 を配置したものである。この可動レチクルブラインド機構 42 は、レチクル 8 のパターン形成面に対する共役面から僅かにデフォーカスした位置に配置され、走査露光の開始時、及び終了時にレチクル 8 上の照明領域 IF を閉じることによって、ウエハ上に不要なパターンが転写されることを防止している。また、減光部 38、照明開口切り換え部 40、及び可動レチクルブラインド機構 42 にはそれぞれ光量可変駆動部 35、照明開口駆動部 36、及び可動ブラインド駆動部 47 が連結され、これらの駆動部 35、36、47 も不図示のフレームを介して支柱 2 に支持されている。これらの駆動部 35、36、47 の間、及び減光部 38 等を支持する不図示の支持部材には気体が流通できる隙間が確保されている。

#### 【0042】

また、カバー部材 3a の入射面、及び射出面はそれぞれ窓部材で封止され、カバー部材 3a の内部の露光光 IU の光路もほぼ完全に密閉され、その内部にも露光光 IU に対して透過性の気体（上記のようにオゾンを除去した乾燥空気、窒素ガス、又はヘリウムガス等）が封入されている。そのカバー部材 3a の内部にその封止されている気体の濃度センサ 3b が配置され、その内部と例えば別室にあるその気体を貯蔵する気体ボンベ 81 とは、バルブ 83A、83B を備えて支柱 2 に沿って配置された配管 82 を介して接続されている。本例では、その濃度センサ 3b で検出されるその気体の濃度が低下したときに、バルブ 83A、83B を開けてその気体の漏れ分を補うようにその気体をパージすることで、その気体を無駄に使用することなく、その第 1 照明系ユニット 3 内の光路が常時その気体

で満たされている。

【0043】

これに対し、第2照明系ユニット4は、円筒状のカバー部材4a内に入射面側から順に固定レチクルブラインド43（固定視野絞り）43、リレー光学系44、光路折り曲げ用のミラー45、及びコンデンサレンズ系46等の駆動機構が無い部材を配置して構成されており、そのカバー部材4aは、図1の露光本体部100の支持部材5に固定されている。第2照明系ユニット4には駆動機構が無いため、その露光本体部100に振動等の悪影響を与えることはない。また、第2照明系ユニット4の側面の入射面は、窓部材を兼用する固定レチクルブラインド43で封止され、第2照明系ユニット4の底面の射出面は、窓部材4bによって封止されており、カバー部材4aの内部の露光光IUの光路もほぼ完全に密閉され、その内部にも露光光IUに対して透過性の気体が封入されている。カバー部材4aの内部にその気体の濃度センサ4cが配置され、その内部と気体ボンベ81とは、バルブ85A、85Bを備えて図1の防振台33、及びコラム10、6に沿って配置された配管84を介して接続されている。また、配管84は、露光本体部100の重心部（振動時に回転モーメントが最も小さい位置）の近傍で支持されており、その配管84が防振制御に悪影響を与えないように構成されている。

【0044】

第2照明系ユニット4においても、その濃度センサ4cで検出される濃度が低下したときに、バルブ85A、85Bを開けてその気体の漏れ分を補うようにその気体をパージすることで、内部の光路に常時透過性の気体が満たされている。従って、露光光IUの照度が常に高く維持されているため、ウエハに対する露光時間を短くすることができ、露光工程のスループットが向上する。

【0045】

また、図2（a）においては、図1のレチクルステージ7の側面の送風機構37a、37b及び排気機構37c、37dよりなる部分的空調機構37を仮想的にほぼ隔離された一つの部屋で表している。図2（a）で示すように、部分的空調機構37内ではレチクル8に対してパターン形成面に平行に、塵等が除去され

て温度が目標温度に制御された空気 A 1 が供給されている。これによって、第 2 照明系ユニット 4 及び図 1 の支持部材 5 によって、レチクル 8 の近傍で空気の流れが悪化することがなくなり、レチクル 8 の温度が高精度に目標温度に維持される。従って、レチクル 8 のパターンの像のウエハ 1 8 上での倍率誤差が極めて小さくなる。また、レチクルステージ 7 用のレーザ干渉計の計測ビームの光路の揺らぎが小さくなるため、レチクルステージ 7 の位置計測精度が向上する。

【 0 0 4 6 】

なお、空気 A 1 は、例えばオゾン及び曇りの原因となる化学物質が除去された乾燥空気であるが、露光光 I U の波長が 2 0 0 n m 程度以下であると、乾燥空気であっても酸素が含まれているために吸収率が高くなる。しかしながら、その空気 A 1 中の光路は短いため、露光光 I U の吸収量は殆ど問題の無いレベルである。逆に、その空気 A 1 の代わりに窒素ガスやヘリウムガス等を供給するものとする、これらの空気に比べて高価な気体の使用量がかなり多くなって、運転コストが上昇してしまう。

【 0 0 4 7 】

ただし、露光光 I U に対する透過率をより高めるためには、部分的空調機構 3 7 においても、窒素ガスのような高透過率の気体を供給することが望ましい。また、露光光 I U の波長が  $F_2$  レーザ光のように 1 5 0 n m に近い場合、及びその波長が 1 5 0 n m 程度より短い場合には、部分的空調機構 3 7 においても、窒素ガスやヘリウムガス等を温度制御して供給することがより望ましい。

【 0 0 4 8 】

更に、部分的空調機構 3 7 は例えばチャンバの外側の空調装置に不図示の配管を介して接続されているが、その配管も露光本体部 1 0 0 のコラム 1 0、及び防振台 3 3 に沿って配置されて、上記の重心部の近傍で支持されており、防振制御に影響を与えないような構成となっている。

また、図 2 ( a ) において、本例では第 1 照明系ユニット 3 と第 2 照明系ユニット 4 との境界部である第 2 照明系ユニット 4 の入射面に固定レチクルブラインド 4 3 が設置されている。図 2 ( b ) は、簡単のために図 2 ( a ) において、第 2 照明系ユニット 4 内の光路折り曲げ用のミラー 4 5 を省いた状態を示し、この

図2 (b) において、第2照明系ユニット4の入射面の固定レチクルブラインド43は、例えばガラス板の入射面に被着された遮光膜43a中にスリット状の開口を形成したものであり、その開口とレチクル8の照明領域IFとは共役である。そして、第2照明系ユニット4の開口を或る程度の余裕をもって覆うように、第1照明系ユニット3から露光光IUが入射している。この際に、部分的空調機構37に対して相対的に、2点鎖線のP1及びP2で示すように第1照明系ユニット3が例えば高い周波数で振動しても、第2照明系ユニット4の開口に入射する光量は変化しない。従って、レチクル8の照明領域IFの形状や位置も変化することがなく、常に正確にレチクル8のパターン像をウエハ上に転写することができる。

【0049】

次に、図3及び図4を参照して、図1のウエハステージ24側の空調機構に関する説明を行う。

図3 (a) は図1のウエハステージ24等を示す平面図であり、図3 (b) は図3 (a) の送光系12aを除いた正面図である。図3 (a) に示すように、2点鎖線で示す投影光学系9の光軸AXを含む中心部にX方向に細長い露光領域IFWがあり、その露光領域IFW、及びこの近傍の複数の計測点で図1のAFセンサ12, 11によってフォーカス位置が計測されている。図1のAFセンサ12, 11は、図3 (a) に示すように、送光系12a及び受光系11aよりなる第1のAFセンサ12a, 11aと、送光系12b及び受光系11bよりなる第2のAFセンサ12b, 11bとから構成され、送光系12a及び12bは互いに交差する方向D1及びD2に沿って複数の計測点に検出光AFBによるスリット像を投影し、対応する受光系11a及び11bはそれらの複数の計測点からの反射光を受光して各スリット像を再結像し、各計測点でのデフォーカス量に対応するフォーカス信号を生成する。即ち、第1及び第2のAFセンサは、それぞれ斜入射方式の多点AFセンサであり、複数の計測点でのデフォーカス量の情報からウエハ18の露光領域IFWの平均的なデフォーカス量、及び像面に対する平均的な傾斜角を求めることができる。

【0050】

本例では、第1のAFセンサ12a, 11aと第2のAFセンサ12b, 11bとは、互いに異なる方向に検出光AFBを照射しているが、これによって2つのAFセンサを配置した構成であってもコンパクトに配置することができる。また、第1のAFセンサの計測点と第2のAFセンサの計測点とは一部が共通である。この場合、その共通の計測点において2つのAFセンサでデフォーカス量を計測し、例えば計測値の差分を求めることによって、それらのAFセンサの計測値のドリフトを求めることができる。

## 【0051】

また、図3(b)に示すように、投影光学系9のウエハ8と対向する先端部9aは細くなっている。そこで、AFセンサの送光系12a, 12b、及び受光系11a, 11bの先端部の光学系は折り曲げられて、投影光学系9の先端部9aの側面に配置されている。同様に、オフ・アクシス方式のアライメントセンサ13の光学系の先端部13aも折り曲げられて、その先端部9aの側面に配置されている。先端部9aの中心(検出中心)と露光領域IFWの中心(光軸AX)とを結ぶ直線は、Y軸(走査方向)に平行である。そして、先端部13aから被検マークに対して照明光が照射され、その被検マークからの反射光が先端部13aを介してアライメントセンサ13内の撮像素子までリレーされている。

## 【0052】

また、図3(a), (b)に示すように、ウエハステージ24の-X方向の側面、及び+Y方向の側面はそれぞれ移動鏡としての鏡面24x及び24yに加工されており、鏡面24xに対応するX軸の参照鏡23X、及び鏡面24yに対応するY軸の参照鏡23Yが、それぞれ投影光学系9の-X方向の側面、及び+Y方向の側面に固定されている。更に、先端部13aの-X方向側の側面に支持棒21を介して、実質的にX軸に垂直な反射面を有する参照鏡22が固定されている。そして、鏡面24x、及び参照鏡23XにZ方向に所定間隔でX軸のレーザ干渉計20Xからそれぞれ計測ビーム23XM、及び参照ビーム23XRが照射され、レーザ干渉計20Xは参照鏡23Xを基準としてウエハステージ24のX座標を計測している。

## 【0053】

また、鏡面 24 x、及び参照鏡 22 に Z 方向に所定間隔でレーザ干渉計 20 A からそれぞれ計測ビーム 22 AM、及び参照ビーム 22 AR が照射され、レーザ干渉計 20 A は参照鏡 22 を基準としてウエハステージ 24 の X 座標を計測している。同様に、鏡面 24 y、及び参照鏡 23 Y に Z 方向に所定間隔で Y 軸のレーザ干渉計 20 Y からそれぞれ計測ビーム 23 YM、及び参照ビーム 23 YR が照射され、レーザ干渉計 20 Y は参照鏡 23 Y を基準としてウエハステージ 24 の Y 座標を計測している。

#### 【0054】

また、ウエハステージ 24 用の Y 軸の計測ビーム 23 YM の光軸は、光軸 AX 及びアライメントセンサ 13 の検出中心を通る直線上に位置しており、X 軸の計測ビーム 23 XM の光軸は、光軸 AX を通り X 軸に平行な直線上に位置しており、X 軸の計測ビーム 22 AM はアライメントセンサ 13 の検出中心を通り X 軸に平行な直線上に配置されている。この結果、露光時にはレーザ干渉計 20 X の計測値を使用し、アライメント時にはレーザ干渉計 20 A の計測値を使用することで、仮にウエハステージ 24 に Z 軸の回りの回転（ヨーイング）が生じて、アッペ誤差の発生を抑えながら高精度にウエハステージ 24 の X 座標が計測できる。

#### 【0055】

また、例えば計測ビーム 23 YM は X 方向に所定間隔で配置された 2 本の計測ビームよりなり、これらの計測ビームによって計測される Y 座標の差分よりウエハステージ 24 の Z 軸の回りの回転角（ヨーイング量）が求められる。

これに関して、図 3（b）に示すように、計測ビーム 23 XM、22 AM（計測ビーム 23 YM も同様）の高さはウエハ 18 の表面から下方にずれているため、ウエハステージ 18 の Y 軸の回りの回転（ローリング）が発生するか、ウエハステージ 18 の X 軸の回りの回転（ピッチング）が発生すると、X 座標の計測値及び Y 座標の計測値にアッペ誤差が混入する。このアッペ誤差の補正を行うために、実際には計測ビーム 23 XM、22 AM、23 YM はそれぞれ Z 方向に離れた 2 つの計測ビームに分かれており、これら 2 つの計測ビームで計測される座標の差分よりローリング量及びピッチング量の計測が行われている。

## 【0056】

図3に示すように、投影光学系9の側面にはAFセンサ12、11及びアライメントセンサ13が配置されていると共に、投影光学系9の作動距離はかなり狭くなっているため、単に側面方向から温度制御された気体を送風するのみでは、レーザ干渉計20X、20A、20Yの計測ビーム及び参照ビームの光路、並びにウエハ18上の露光領域IFWの温度を所定の目標温度に許容範囲内で維持するのは困難である。また、それらの計測ビーム及び参照ビームの光路に温度むら等による揺らぎが生じると、計測値にも誤差が生じる恐れがある。そこで本例では、ウエハステージ24側にも部分的空調機構を設置している。

## 【0057】

図4(a)は、図3(a)に部分的空調機構15、16を配置した状態を示す平面図、図4(b)は、図4(a)の一部の部材をBB線に沿って断面とした正面図であり、図4(a)において、投影光学系9を挟むように送風機構15及び排気機構16が配置されている。送風機構15は、箱状のガイド部材87と、外部の不図示の空調装置から温度制御されて、かつHEPAフィルタやケミカルフィルタを介して除塵された気体A2が送られて来る配管88と、ガイド部材87の内部に配置された分岐部86と、Y軸の送風部86yと、X軸の送風部86xとから構成されている。温度制御された気体A2として本例ではオゾンが除去された乾燥空気が使用されているが、それ以外に窒素ガスやヘリウムガス等を使用することも可能である。

## 【0058】

分岐部86は、配管88を介して供給される気体A2を分岐して送風部86x及び86yに振り分けている。まず、Y軸の送風部86yは、ガイド部材87中でY軸の参照鏡23Yの方向に伸びた送風路87c内に収納されている。送風路87cは、ウエハステージ24がウエハベース17上を2次元的に移動しても接触しない高さに設置されているため、その送風口87yは斜め下方に向けて形成されている。そして、送風部86yは、分岐部86から送られて来る気体を、送風路87cを介して送風口87yよりそれぞれ矢印Ay1及びAy2で示すように斜め下方に送風している。矢印Ay1で示される気体は、図3のY軸の参照ビ



ーム 23 YR 及び計測ビーム 23 YM の光路に供給され、矢印 A y 2 で示される気体は、ウエハ 18 上の投影光学系 9 の露光領域 I F W 上に供給されている。

【0059】

一方、X 軸の送風部 86 x の一部には図 3 の X 軸のレーザ干渉計 20 X, 20 A の計測ビームや参照ビームを通過させる開口部が設けられている。そして、ガイド部材 87 の一部に X 軸の参照鏡 23 X 及び 22 の前方を覆うような円筒状の送風路 87 b が設けられ、送風路 87 b の先端部は図 4 (b) に示すように投影光学系 9 の先端部側に階段状に延長されて送風口 87 a に通じている。送風路 87 b も、ウエハステージ 24 が 2 次元的に移動しても、ウエハステージ 24 に接触しない高さに設置されている。また、ガイド部材 87 の底面側のウエハステージ 24 の側面に対向する部分に X 軸の送風口 87 x が形成されている。

【0060】

そして、図 4 (b) の X 軸の送風部 86 x は、送風口 87 x から矢印 A x 2 で示すようにウエハベース 7 上を 2 次元的に移動するウエハステージ 24 の側面に向けて、温度制御された気体を送風している。この気体は、図 3 の計測ビーム 23 XM, 22 AM の光路に供給されている。更に送風部 86 x は、送風路 87 b 内で矢印 A x 1 及び A x 3 で示すように、それぞれ参照鏡 23 X 及び 22 に入射する参照ビームの光路に温度制御された気体を供給している。この場合、送風路 87 b は参照鏡 23 X の底面、及び投影光学系 9 の先端部の側面を経て送風口 87 a に通じているため、矢印 A x 1 に沿って参照鏡 23 X の底面を通過した気体は、送風口 87 a より矢印 A x 4 で示すように露光領域 I F W 上に吹き出される。これによって、A F センサ (12 a, 11 a, 12 b, 11 b) やアライメントセンサ 13 が配置されていても、更には投影光学系 9 の作動距離が短い場合でも、その露光領域 I F W に直接温度制御された気体を送風することができ、その露光領域 I F W でのウエハ 18 の温度を目標温度に高精度に制御することができる。この結果、ウエハ 18 上に転写されるパターンの倍率誤差が極めて小さくなって線幅制御性等が向上し、重ね合わせ露光する際には重ね合わせ精度が向上する。

【0061】

また、排気機構 16 は、送風機構 15 と共に投影光学系 9 を挟むように送風機構 15 に対向して配置されていると共に、図 4 (a) に示すように、送風路 87 c 側を向いた排気ユニット 89 A と -X 方向を向いた排気ユニット 89 B とに分割され、ウエハステージ 24 の周囲を通過して排気ユニット 89 A 及び 89 B 内に流入した気体は、それぞれ配管 90 A 及び 90 B を経て気体 A3 及び気体 A4 として不図示の空調装置に戻されている。このような配置の排気機構 16 を使用することによって、ウエハステージ 24 の周囲を通過した気体には乱流が発生することがない利点がある。

## 【0062】

また、図 4 のウエハステージ 24 は、走査露光時には Y 方向に連続移動すると共に、送風機構 15 からの気体は、ほぼ走査方向に直交する非走査方向 (X 方向) に送風されており、ウエハステージ 24 の Y 方向の鏡面 24 y (図 3 (a) 参照) 側に気体の揺らぎは殆ど発生することがない。従って、走査露光時にウエハステージ 24 の Y 座標を高精度に計測できるため、ウエハ 18 とレチクル 8 との同期誤差を小さくすることができる。

## 【0063】

また、本例では、図 1 において、照明光学系を第 1 照明系ユニット 3 と第 2 照明系ユニット 4 との間で分離して、第 2 照明系ユニット 4 を露光本体部 100 に固定しているため、露光本体部 100 と支柱 2 との間で比較的高い周波数の振動が発生しても、レチクル 8 上の照明領域は変化することがなく、ウエハ 18 上にレチクル 8 のパターン像を高精度に転写することができる。しかしながら、例えば露光光源 50 から射出される露光光 IU (レーザビーム) の経時的な軸ずれのような低い周波数の振動については、光軸調整機構 34 で補正するようにしてもよい。これにより、露光中に発生する振動に対する許容度を高めることができる。

## 【0064】

次に、本発明の実施の形態の他の例につき図 5 を参照して説明する。本例は、上記の実施の形態に対してウエハ上の露光領域に温度制御された気体を送風する機構を変更したものであり、図 5 において図 1 に対応する部分には同一符号を付

してその詳細説明を省略する。

図5は、本例の投影光学系9及びウエハ18を示す一部を切り欠いた構成図であり、この図5において、投影光学系9は、支持部材27に設けられた開口内にフランジ26を介して載置されている。そして、投影光学系9の下側の側面及び先端部を覆うように、支持部材27の底面に円筒状の保持部材28が取り付けられている。保持部材28と投影光学系9との間には隙間が設けられており、保持部材28の底面には投影光学系9を透過した露光光が通過する開口28cが形成されており、開口28cを通過した露光光がウエハ18上の露光領域IFWを照明する。また、保持部材28の内部28aは不図示の多数のリブを介して空洞化されていると共に、保持部材28の外面に図1のAFセンサ12、11及びアライメントセンサ13が設置されている。この構成によって、投影光学系9の鏡筒には負荷がかからなくなり、レンズ収差が大きくなることがない利点がある。

#### 【0065】

また、本例の投影光学系9の先端部9aには、小口径のレンズ群を保持するレンズ枠31A、及び変形照明等を行う場合に非点収差を補正するための可動の平行平板を備えた結像特性補正部31Bが備えられている。そして、保持部材28の側面に設けられた開口28bに固定部32Bを介して中空の送風ガイド32Aが接続され、送風ガイド32Aは不図示の空調装置に接続されている。この空調装置内で除塵、及び温度制御が行われた空気等の気体は、矢印A7で示すように送風ガイド32A、固定部32B、及び保持部材28の開口28bを経て保持部材28と投影光学系9との間の隙間に供給される。このように供給された気体は、矢印A8で示すように先端部9aの周囲を流れた後、矢印A9で示すように保持部材28の開口28cを通してウエハ18上の露光領域IFW上に吹き出される。そして、ウエハ18上に送風された気体は不図示の排気機構を介して上記の空調装置に戻されている。

#### 【0066】

また、本例の保持部材28の内部28aに螺旋状に送流パイプ30が巻回されている。この送流パイプ30の流入口には、不図示の液体供給装置より矢印A5で示す方向に、支持部材27の底面の温調部29aを経て温度制御された冷媒C

F が供給されている。冷媒 CF としては、例えばフッ素系不活性液体が使用でき、一例としてフロリナート（米国スリーエム社の商品名）が使用できる。また、冷媒 CF として純水を使用することも可能である。

【0067】

そして、送流パイプ 30 の内部を通過して投影光学系 9 の外面を流れた冷媒 CF は、送流パイプ 30 の排出口から支持部材 27 の底面の温度検出部 29b を経て、矢印 A6 で示す方向に沿ってその液体供給装置に戻されている。その液体供給装置内で大まかに温度制御が行われているため、温調部 29a は、例えば温度検出部 29b で検出される温度が目標温度に近付くように冷媒 CF の温度の微調整を行う程度でよい。

【0068】

上記のように本例によれば、投影光学系 9 と保持部材 28 との間の空間を通してウエハ 18 の露光領域 IFW 上に直接温度制御された気体を送風しているため、投影光学系 9 の周囲に各種のセンサが配置されていても、更に投影光学系 9 の作動距離が短い場合でも露光領域 IFW を含むウエハ 18 の温度を正確に目標温度付近に維持することができる。

【0069】

また、投影光学系 9 の側面に温度制御された冷媒を流しているため、保持部材 28 の外面に或る程度の発熱源となる各種センサが装着されていても、投影光学系 9 やウエハ 18 の温度が上昇することがない。

なお、上記の実施の形態は、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置に本発明を適用したものであるが、本発明はステッパーのような一括露光型の投影露光装置、及びプロキシミティ方式の露光装置等にも適用することができる。このように、本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。

【0070】

【発明の効果】

本発明の第 1 の露光方法、又は第 1 の露光装置によれば、第 2 照明系を露光本体部に固定し、第 1 照明系をその露光本体部とは独立に支持しているため、露光

光源から露光本体部までの光学系を途中で分離できると共に、その光学系中の露光ビーム（露光光）の光路の気密性を全体として高めることができる利点がある。従って、それらの第1及び第2照明系内に透過性の気体をパージする場合に、その気体を効率的に使用できる。

【0071】

また、マスクのパターン形成面に実質的に平行に温度制御された気体を供給する場合には、その照明系の支持部材等が配置されていても、マスクの温度制御を高精度に行うことができる。

また、本発明の第2の露光装置によれば、計測ビームの光路用及び基板用の送風口を持つ温度制御装置を備えているため、基板ステージ（ウエハステージ）の位置計測を干渉計を用いて行う場合に、干渉計の計測ビームの光路、及び露光対象の基板の温度を高精度に目標温度付近に制御できる利点がある。

【0072】

また、本発明の第3の露光装置によれば、投影光学系の側面と保持部材との間を通して基板上に温度制御された気体を供給しているため、作動距離の短い投影光学系を使用する場合でも露光対象の基板の温度を高精度に制御できる利点がある。更に、その保持部材の内部に温度制御された冷媒を供給することによって、その保持部材に取り付けた各種センサ等が発熱しても、投影光学系や基板の温度上昇が防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態の一例の投影露光装置を示す構成図である。

【図2】 (a)は図1の投影露光装置の露光光源から露光本体部までの光学系を示す一部を切り欠いた構成図、(b)は図2(a)の第1照明系ユニット3と第2照明系ユニット4との位置ずれの影響の説明図である。

【図3】 (a)はウエハステージ側のレーザ干渉計及びセンサ等を示す平面図、(b)は図3(a)から送光系12aを除いた状態を示す正面図である。

【図4】 (a)はウエハステージ側の部分的空調機構を示す平面図、(b)は図4(a)のBB線に沿って一部の部材を断面とした図である。

【図5】 本発明の実施の形態の他の例の投影光学系及びウエハを示す一部

を切り欠いた正面図である。

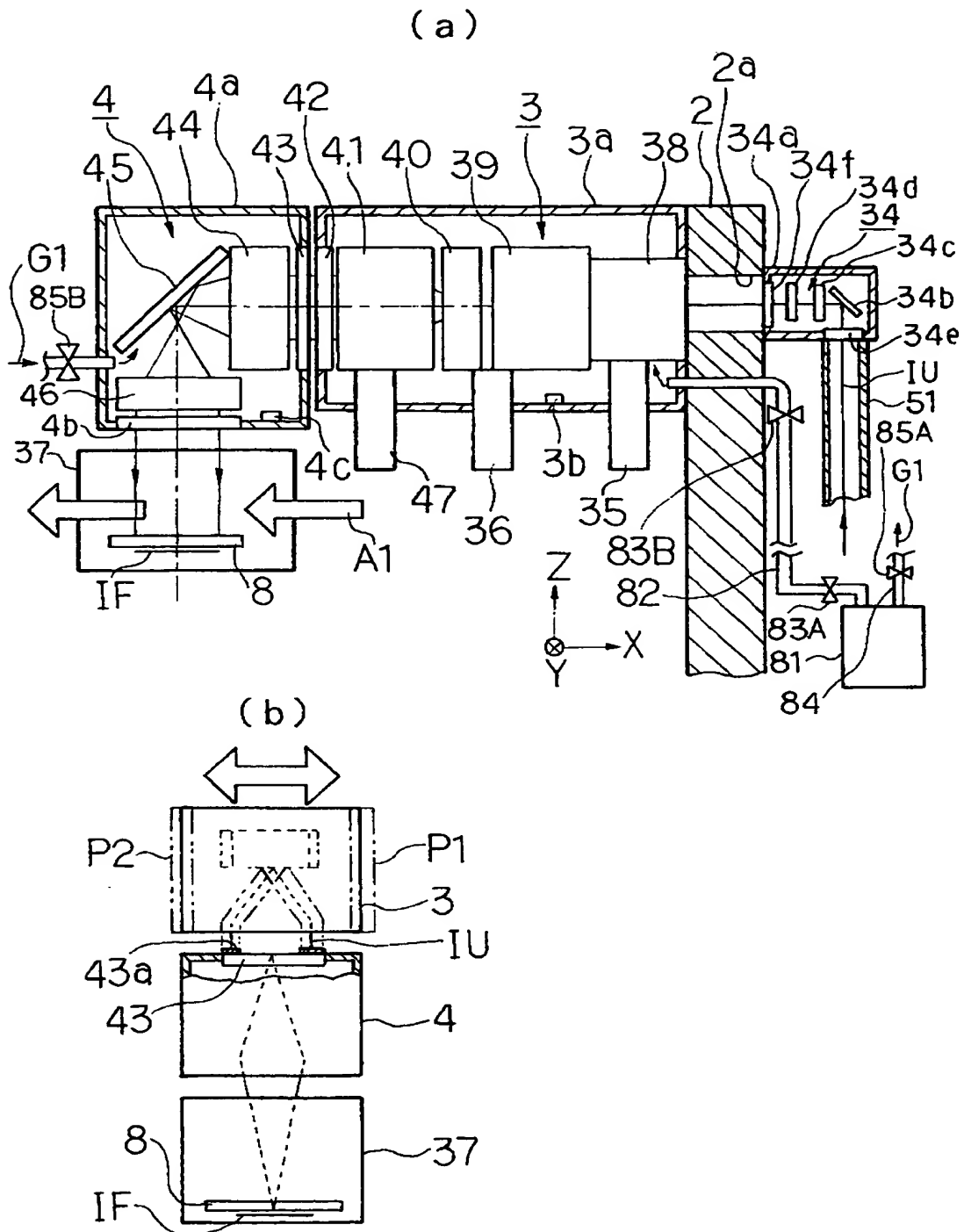
【図 6】 従来の空調機構を備えた投影露光装置を示す構成図である。

【符号の説明】

1 … ベース部材、 2 … 支柱、 3 … 第 1 照明系ユニット、 4 … 第 2 照明系ユニット、 5 … 支持部材、 8 … レチクル、 7 … レチクルステージ、 9 … 投影光学系、 11 … A F センサの受光系、 12 … A F センサの送光系、 13 … オフ・アクシス方式のアライメントセンサ、 15 … 送風機構、 16 … 排気機構、 18 … ウエハ、 24 … ウエハステージ、 37 … 部分的空調機構、 43 … 固定レチクルブラインド、 42 … 可動レチクルブラインド

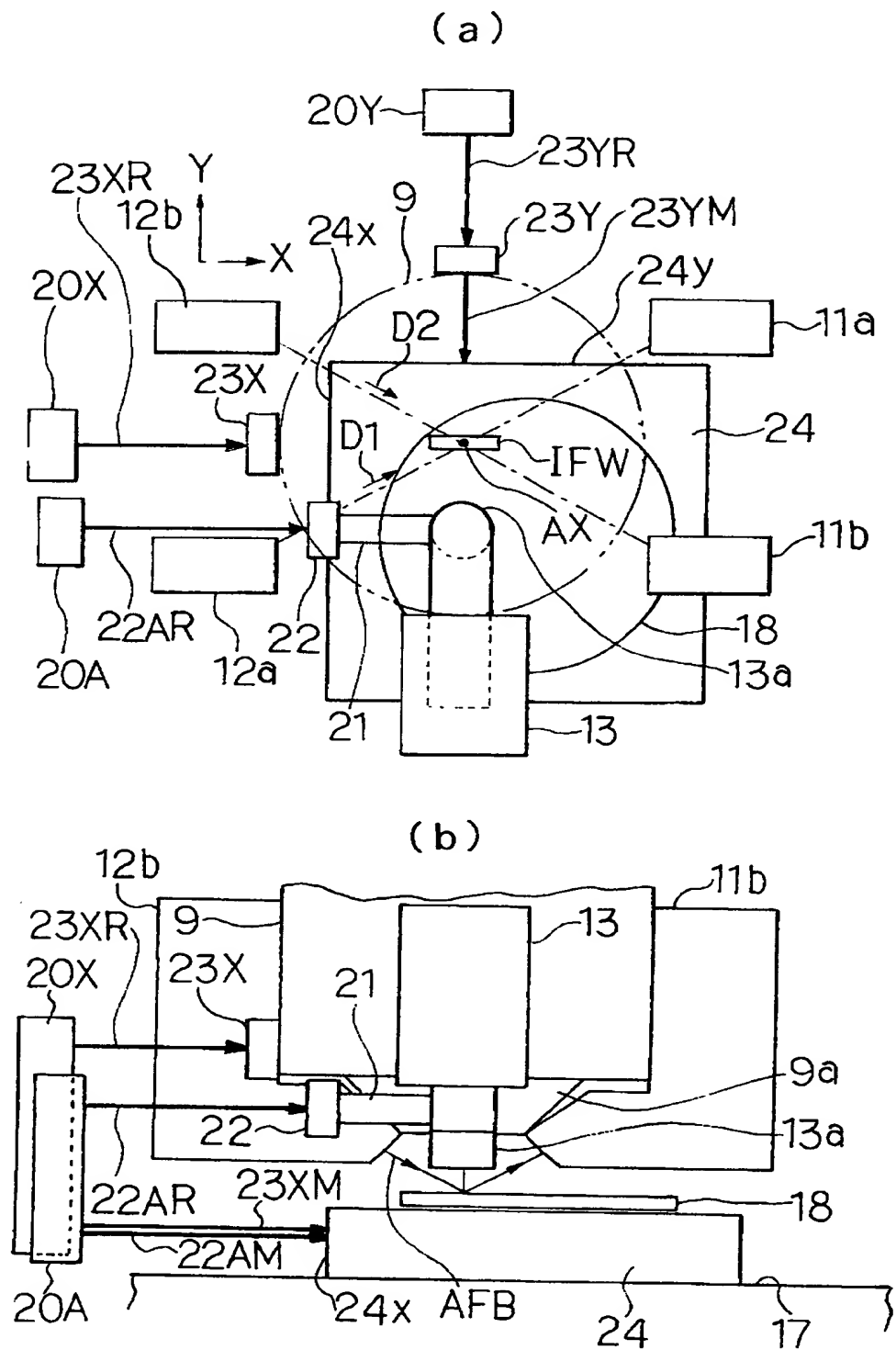


【図2】

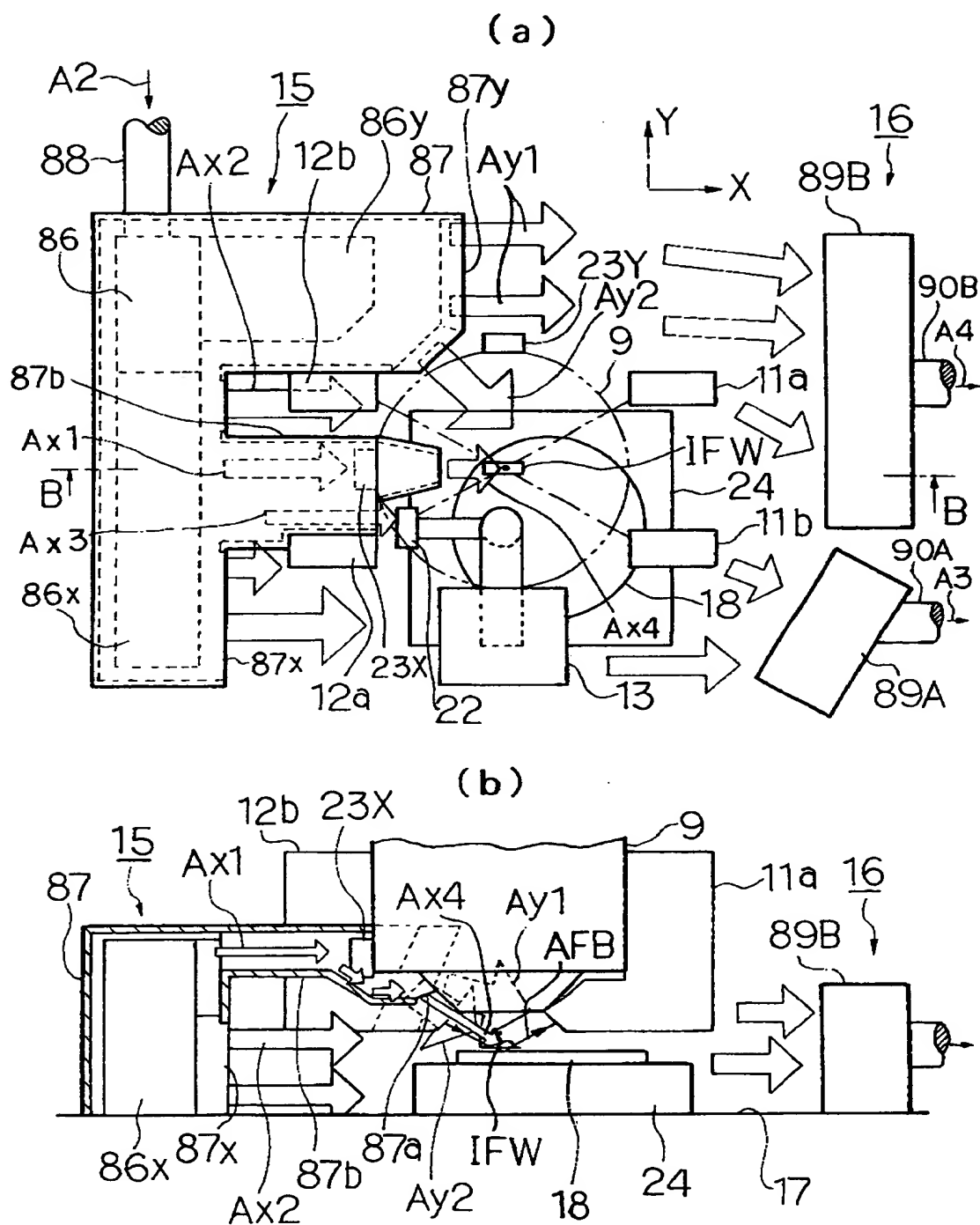




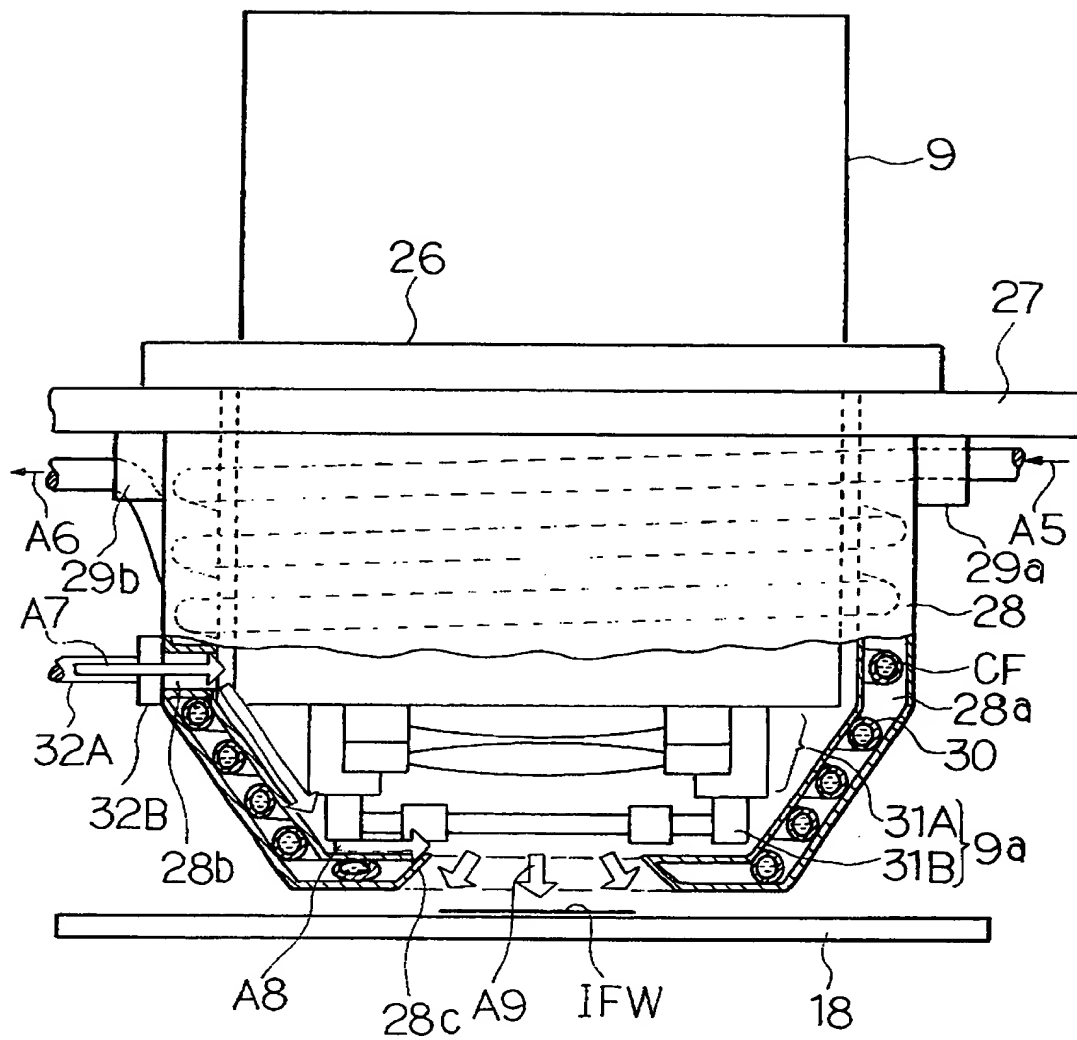
【図 3】



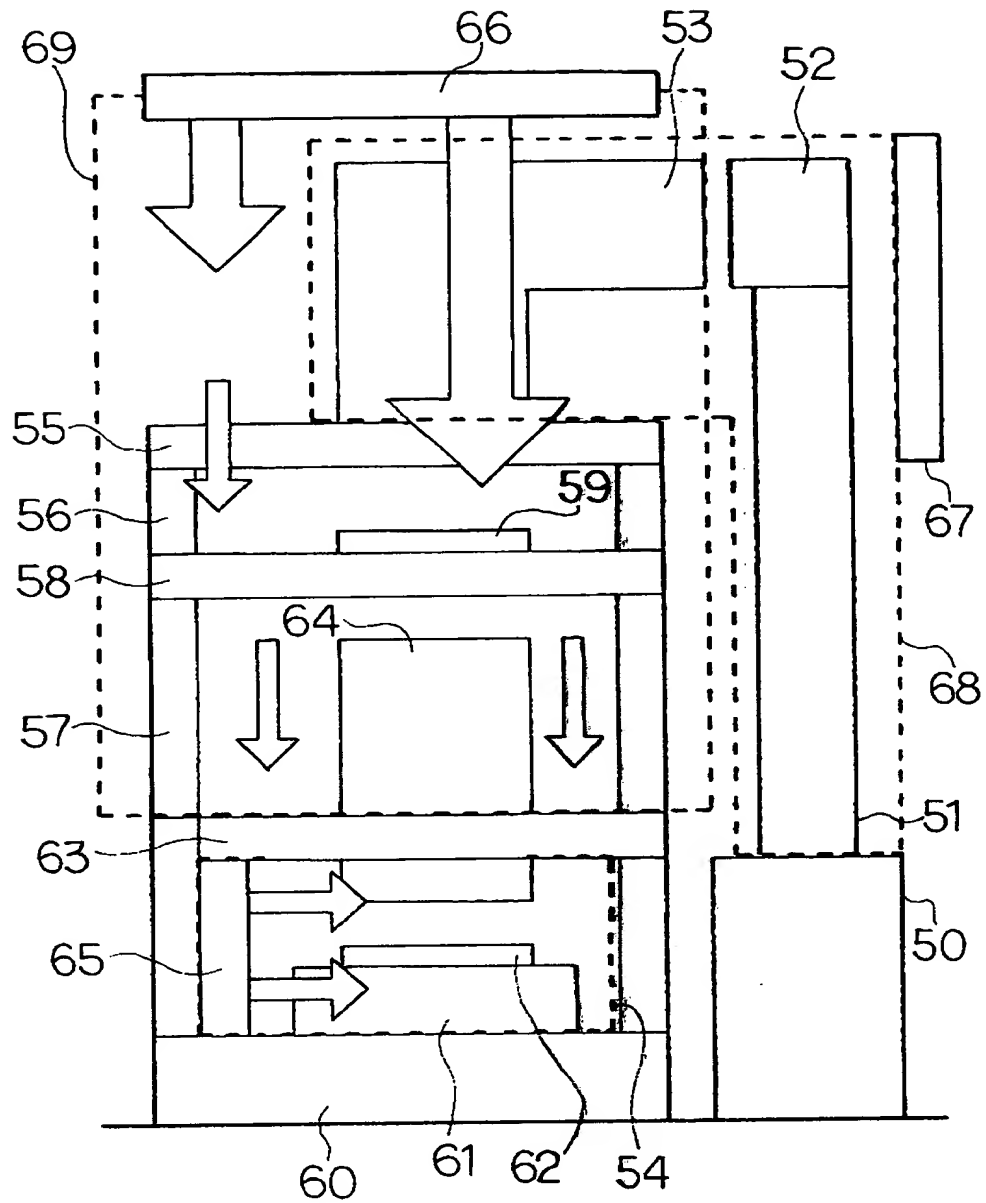
【図4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 露光光源から露光本体部までの光学系を途中で分離できると共に、その光学系中の露光ビームの光路の気密性を全体として高めることができる露光方法を提供する。

【解決手段】 露光光源 1 からの露光光 I U が、光軸調整機構 34、第 1 照明系ユニット 3、第 2 照明系ユニット 4 等を介して露光本体部 100 内のレチクル 8 を照明し、露光本体部 100 内でレチクル 8 のパターンが投影光学系 9 を介してウエハ 18 上に転写される。露光本体部 100 上に第 2 照明系ユニット 4 を固定し、第 1 照明系ユニット 3 を露光本体部 100 とは独立に支持し、照明系ユニット 3 及び 4 の内部に露光光 I U に対して透過性の気体をパージする。

【選択図】 図 1

特平 10-366513

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000004112]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
氏 名	株式会社ニコン